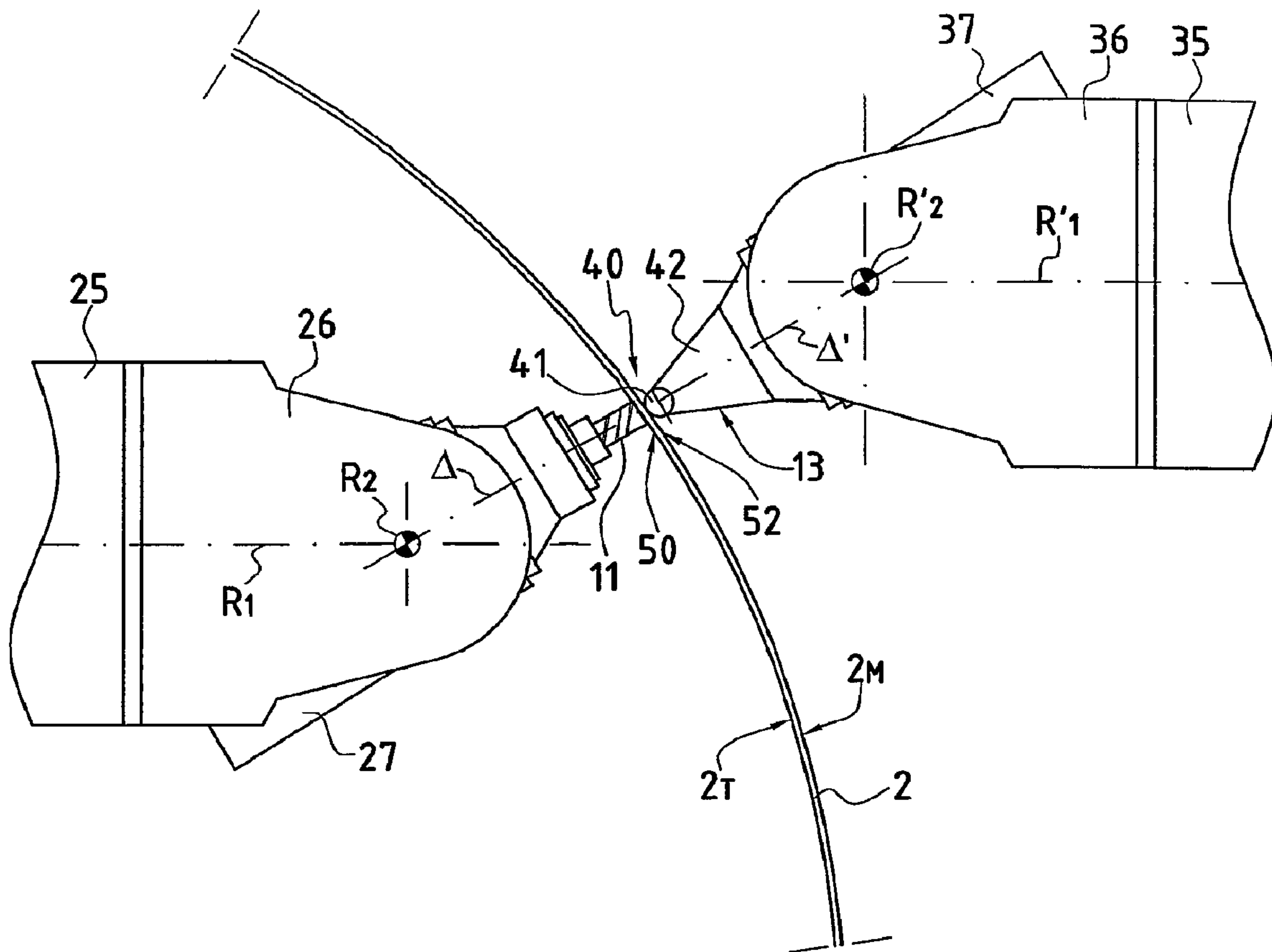




(86) Date de dépôt PCT/PCT Filing Date: 2004/10/22
 (87) Date publication PCT/PCT Publication Date: 2005/05/26
 (45) Date de délivrance/Issue Date: 2012/08/28
 (85) Entrée phase nationale/National Entry: 2006/04/20
 (86) N° demande PCT/PCT Application No.: FR 2004/002709
 (87) N° publication PCT/PCT Publication No.: 2005/046931
 (30) Priorités/Priorities: 2003/10/24 (FR0312484);
 2003/12/02 (FR0314109)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *B23Q 1/01* (2006.01),
B21J 15/10 (2006.01), *B23Q 1/48* (2006.01),
B23Q 1/62 (2006.01)
 (72) Inventeurs/Inventors:
 PANCZUK, RENE, FR;
 FOISSAC, PIERRE-YVES, FR
 (73) Propriétaires/Owners:
 DUFIEUX INDUSTRIE, FR;
 AIRBUS OPERATIONS SAS, FR
 (74) Agent: ROBIC

(54) Titre : PROCÉDE ET DISPOSITIF D'USINAGE DE PANNEAUX
 (54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MACHINING PANELS



(57) Abrégé/Abstract:

L'invention concerne un procédé d'usinage d'un panneau (2) mettant en oeuvre un placement d'au moins un outil d'usinage (11) au niveau d'une zone de travail (50) d'une face, dite d'usinage (2T), du panneau (2), un placement d'au moins un élément de



(57) **Abrégé(suite)/Abstract(continued):**

maintien (13) au niveau d'une zone d'appui (52) située, d'une part, sur une face (2_M), dite de maintien, du panneau (2) opposée à la face d'usinage(2_T) et, d'autre part, à l'opposé par rapport au panneau (2) de la zone de travail (50), un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage (11) en fonctionnement et de l'élément de maintien (13) au niveau du panneau, de manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui (52) et de travail (50) pour usiner une partie au moins de la face d'usinage et un dispositif pour sa mise en œuvre.

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international(43) Date de la publication internationale
26 mai 2005 (26.05.2005)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2005/046931 A1(51) Classification internationale des brevets⁷ : B23Q 1/01,
1/62, 1/48, B21J 15/10(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2004/002709(22) Date de dépôt international :
22 octobre 2004 (22.10.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
0312484 24 octobre 2003 (24.10.2003) FR
0314109 2 décembre 2003 (02.12.2003) FR(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :
DUFIEUX INDUSTRIE [FR/FR]; 4, rue Gaston Mon-
mousseau, F-38130 Echirolles (FR).

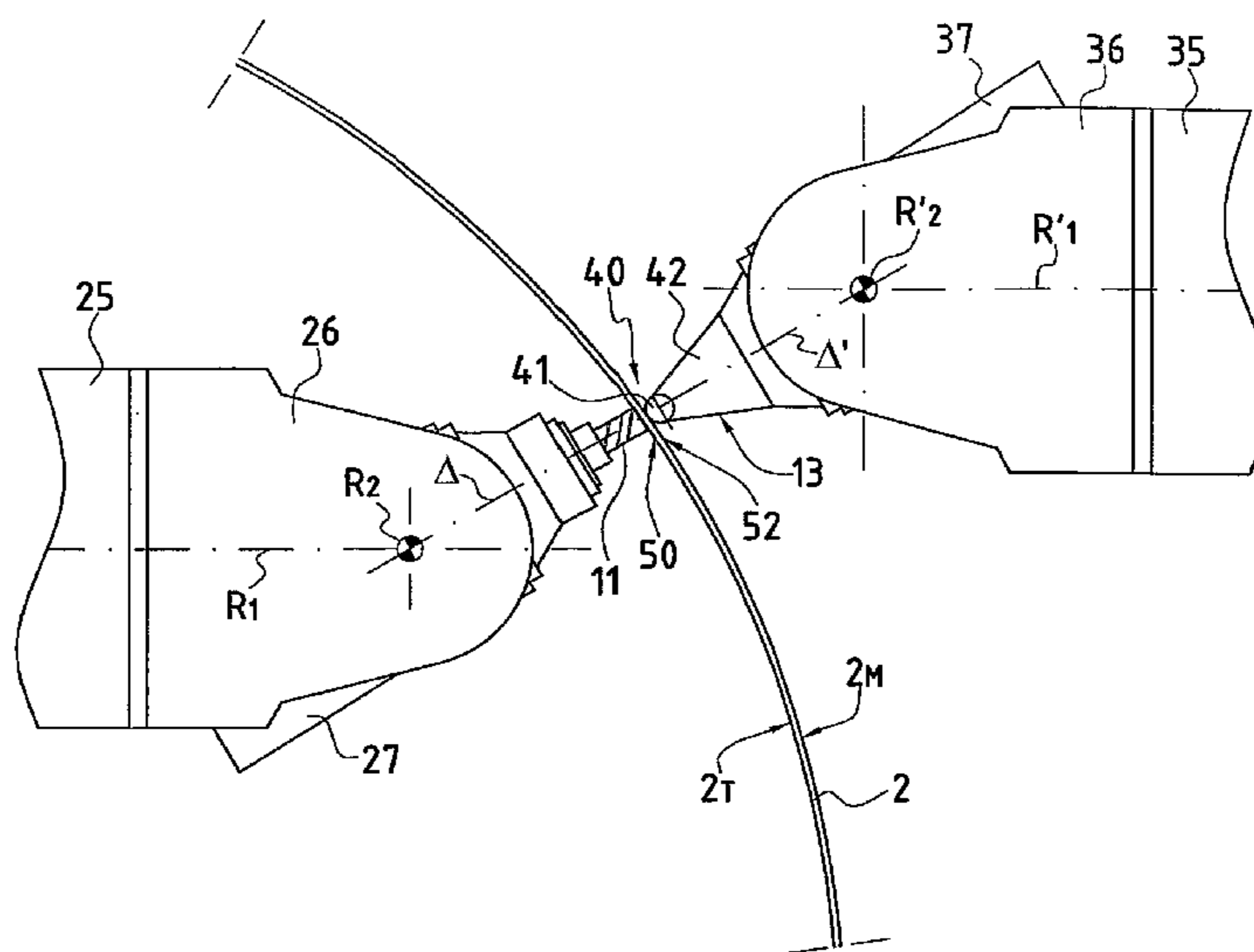
(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :
PANCZUK, René [FR/FR]; 65, impasse des Bleuets,
F-38500 Coublevie (FR). FOISSAC, Pierre-Yves
[FR/FR]; 10, lotissement de l'Aragna, F-38560 Jarrie (FR).(74) Mandataire : LE CACHEUX, Samuel; Cabinet Beau de
Loménie, 51, avenue Jean-Jaurès, B.P. 7073, F-69301 Lyon
Cedex 07 (FR).(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR MACHINING PANELS

(54) Titre : PROCEDE ET DISPOSITIF D'USINAGE DE PANNEAUX



(57) Abstract: The invention relates to a method for machining a panel (2). According to said method, at least one machining tool (11) is arranged in a working area (50) of a so-called machining surface (2T) of the panel (2); at least one holding element (13) is arranged in a support area (52) located on a so-called holding surface (2<SB>M</SB>) of the panel (2), opposing the machining surface (2<SB>T</SB>), and on the opposite side, in relation to the panel (2), to the working area (50); and the operating machining tool (11) and the holding element (13) are displaced on the panel in a co-ordinated manner, according to a movement presenting at least one component tangentially to the surface of the panel, in such a way as to maintain the opposition of the support area (52) and the working area (50) during the displacement of the tool, in order to machine at least part of the machining surface. The invention also relates to a device for implementing said method.

[Suite sur la page suivante]

WO 2005/046931 A1

WO 2005/046931 A1

(84) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(57) **Abrégé :** L'invention concerne un procédé d'usinage d'un panneau (2) mettant en oeuvre un placement d'au moins un outil d'usinage (11) au niveau d'une zone de travail (50) d'une face, dite d'usinage (2T), du panneau (2), un placement d'au moins un élément de maintien (13) au niveau d'une zone d'appui (52) située, d'une part, sur une face (2M), dite de maintien, du panneau (2) opposée à la face d'usinage(2T) et, d'autre part, à l'opposé par rapport au panneau (2) de la zone de travail (50), un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage (11) en fonctionnement et de l'élément de maintien (13) au niveau du panneau, de manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui (52) et de travail (50) pour usiner une partie au moins de la face d'usinage et un dispositif pour sa mise en oeuvre.

PROCÉDE ET DISPOSITIF D'USINAGE DE PANNEAUX

L'invention concerne le domaine technique des dispositifs et procédés utilisés pour l'usinage de flans pré-conformés ou de panneaux, tels que, par exemple, les
5 panneaux utilisés pour réaliser les carlingues ou fuselages d'avions.

Dans le domaine ci-dessus, il est connu de réaliser un usinage, par électroérosion des panneaux pré-conformés selon des formes non développables, Un tel usinage fait intervenir un masquage des zones ne devant pas être usinées, puis un trempage dans des bains de solutions électrolytiques. Ainsi, ce procédé permet,
10 effectivement, un usinage localisé de panneaux de formes générales non développables, mais présente, néanmoins, deux inconvénients majeurs.

Tout d'abord, l'usinage par électroérosion constitue une source importante de rejets à traiter, dans la mesure où il convient, tout d'abord, d'assurer, après usinage, un nettoyage des panneaux avec retrait des éléments de masquage et rinçage, puis un
15 recyclage des solutions de nettoyage, ainsi que des différents bains électrolytiques utilisés.

Un autre inconvénient de l'usinage par électroérosion réside dans l'impossibilité, avec ce procédé, de réaliser, en une seule opération, un usinage présentant des zones de profondeurs différentes.

20 Compte tenu des inconvénients ci-dessus et, notamment, des coûts de traitement des rejets polluants des installations d'usinage par électroérosion, il a été proposé de mettre en œuvre un usinage par enlèvement de matière des panneaux de formes concaves ou convexes ou, encore, complexes.

A cet effet, le brevet US 5 163 793 a proposé de mettre en œuvre une
25 installation d'usinage comprenant une sorte de matelas de vérins hydrauliques, équipés au niveau de leur extrémité supérieure, d'une ventouse de préhension montée sur une rotule. Le dispositif comprend, en outre, au-dessus du matelas de vérins un portique, mobile en translation horizontale, portant une tête d'usinage.

Dans la mesure où chaque vérin est réglable en hauteur individuellement, il est
30 ainsi possible d'assurer le maintien de panneaux présentant des formes gauches ou complexes.

Cependant, il est apparu que, si un tel dispositif permettait effectivement d'assurer des usinages par enlèvement de matières de panneaux présentant des

formes gauches ou complexes non développables, il n'était pas en mesure de permettre d'assurer une grande précision d'usinage, en raison notamment de son incapacité à assurer un maintien suffisamment rigide du panneau à usiner.

Ainsi, il est apparu le besoin d'un nouveau procédé d'usinage et d'un dispositif
5 de mise en œuvre de ce procédé d'usinage permettant d'assurer divers usinages et, notamment, des usinages par enlèvement de matière, tout en présentant une plus grande précision de travail que les procédés et dispositifs selon l'art antérieur et en permettant une réduction notable des polluants.

Afin d'atteindre ces objectifs, l'invention concerne un procédé d'usinage d'un
10 panneau mettant en œuvre :

- un placement d'au moins un outil d'usinage au niveau d'une zone de travail d'une face, dite d'usinage, du panneau,
- un placement d'au moins un élément de maintien au niveau d'une zone d'appui située, d'une part, sur une face, dite de maintien, du panneau
15 opposée à la face d'usinage et, d'autre part, à l'opposé par rapport au panneau de la zone de travail,
- un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien, de
20 manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui et de travail pour usiner une partie au moins de la face d'usinage.

De manière avantageuse, le déplacement coordonné, de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien, permet de réaliser, avec une grande précision, un usinage continu du panneau, sur une surface étendue supérieure à la
25 surface de travail de l'outil.

Selon l'invention, l'élément de maintien peut agir de différentes façons sur la zone d'appui au niveau de la face de maintien du panneau. Ainsi, selon l'invention, l'élément de maintien peut diriger un flux de fluide sous pression, tel que par exemple de l'eau ou, encore, de l'air comprimé, vers la zone d'appui, afin
30 d'équilibrer l'effort de l'outil d'usinage au niveau de la zone de travail. La mise en œuvre d'un tel fluide sous pression permet, en outre, d'assurer un refroidissement du panneau usiné.

Selon une caractéristique de l'invention, le ou les déplacements coordonnés de l'outil et de l'élément de maintien sont assurés de façon automatique dans le cadre d'un processus automatisé.

5 Selon une forme préférée mais non exclusive de mise en œuvre du procédé d'usinage selon l'invention, l'élément de maintien est placé au contact du panneau pendant le déplacement coordonné du guidage. De manière préférée, l'élément de maintien exerce alors, sur le panneau, une force d'appui de direction perpendiculaire à la surface de la zone d'appui. De plus, l'élément de maintien aura, de préférence, une action ponctuelle ou quasi ponctuelle sur la face de maintien. Ce caractère
10 ponctuel, notamment mais non exclusivement dans le cas d'un appui direct, offre alors une très grande liberté de travail sur des surfaces complexes.

Selon une autre caractéristique de l'invention et afin d'éviter un effet d'avalement du panneau par l'outil d'usinage, il peut être prévu de mettre en œuvre une application d'au moins un élément de contre appui au niveau de la zone de
15 travail.

Selon l'invention, l'outil d'usinage peut être adapté pour réaliser différents types d'usinage. Ainsi, l'outil d'usinage peut, par exemple, être adapté pour assurer un usinage par projection de matière ou de particules, permettant d'assurer une modification de l'état superficiel du panneau à usiner ou, encore, une modification
20 des contraintes de ce dernier, telles que, par exemple, au moyen de la technique appelée « peen-forming » ou, encore, « formage » par projection de particules ou billes.

Dans une forme préférée de mise en œuvre du procédé d'usinage selon l'invention, l'outil d'usinage est adapté pour réaliser un usinage par arrachement ou
25 enlèvement de matière et se trouve animé d'un mouvement de rotation sur lui-même, d'axe Δ . Un tel outil d'usinage peut, par exemple, être adapté pour réaliser ce qu'il est convenu d'appeler un usinage grande vitesse, encore appelé « UGV ».

Selon une caractéristique de l'invention, l'élément de maintien exerce, sur la zone d'appui, une force de direction Δ' et, en cours d'usinage, pendant le
30 déplacement coordonné de l'outil d'usinage et de l'élément d'appui, les axes Δ et Δ' sont sensiblement confondus.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, il est prévu de mettre en œuvre un amortissement des vibrations d'usinage au moins au niveau de l'élément de maintien.

Conformément à l'invention, le déplacement relatif de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien peut être réalisé de différentes façons, telles que, par exemple, en mettant en œuvre la combinaison d'un déplacement du panneau associé à des déplacements de l'outil d'usinage et de l'élément de maintien.

Selon une forme préférée de réalisation, l'élément de maintien et l'outil d'usinage sont chacun déplacés selon au moins cinq degrés de liberté. Il est alors possible, dans une telle configuration, d'assigner une position fixe au panneau pendant toute la durée de son usinage.

Selon une caractéristique, préférée mais non strictement nécessaire de l'invention, l'outil d'usinage et l'élément de maintien sont chacun déplacés selon trois degrés de liberté de déplacement en translation d'axes, respectivement X , Y , Z et X' , Y' , Z' et deux degrés de déplacement en rotation d'axe R_1 , R_2 , respectivement R'_1 , R'_2 , où R_1 , R'_1 sont parallèles, respectivement, aux axes Y , Y' et R_2 , R'_2 sont parallèles aux plans X , Z , respectivement X' , Z' ,

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le panneau à usiner est placé selon une orientation sensiblement verticale. Cette disposition de l'invention permet alors d'assurer une évacuation par gravité des particules arrachées ou enlevées au panneau au cours de son usinage ou, encore, d'assurer une récupération aisée des particules éventuellement projetées sur ce même panneau lors de son usinage.

Selon encore une autre caractéristique de l'invention, le procédé met en œuvre une détermination de la géométrie réelle de la face de maintien avant usinage, ainsi qu'un usinage du panneau à une épaisseur d'usinage prédéterminée en plaçant, pendant le déplacement coordonné d'usinage, l'élément de maintien et l'outil d'usinage à une distance correspondant à l'épaisseur prédéterminée.

Selon l'invention, il peut être envisagé d'assurer un maintien de différentes façons du panneau. Ainsi, il peut être envisagé que l'élément de maintien assure également un usinage du panneau et comprenne, à cet effet, également un outil d'usinage.

Toutefois, dans une forme préférée de mise en œuvre du procédé d'usinage selon l'invention, l'élément de maintien assure un maintien de la face de maintien du panneau sans usinage de cette face de maintien.

L'invention concerne, également, un dispositif permettant de mettre en œuvre le procédé d'usinage selon l'invention. Ainsi, l'invention concerne un dispositif pour l'usinage d'au moins un panneau comprenant :

- des moyens de support du panneau, adaptés pour autoriser un accès simultané à deux faces opposées de la coque, dites de travail et de maintien,
- 10 ▪ des moyens de déplacement d'au moins un outil d'usinage,
- des moyens de déplacement d'au moins l'élément de maintien,
- une unité de commande des moyens de déplacement de l'outil d'usinage et de l'élément de maintien, unité qui est adaptée pour commander les moyens de déplacement, de manière à, lors d'une phase d'usinage du
- 15 panneau :
- placer l'outil d'usinage au niveau d'une zone de travail de la face d'usinage du panneau,
- placer l'élément de maintien au niveau d'une zone d'appui située sur la face de maintien et à l'opposé de la zone de travail,
- 20 – et assurer un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien, de manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui et de travail pour usiner
- 25 une partie au moins de la face d'usinage du panneau.

Selon une caractéristique de l'invention, les moyens de déplacement de l'outil et de l'élément de maintien présentent chacun au moins cinq axes de déplacement, de manière à conférer à l'outil et à l'élément de maintien au moins cinq degrés de liberté.

30 Au sens de l'invention, une telle capacité de déplacement de l'outil et de l'élément de maintien, par rapport au panneau à usiner, peut être assurée de différentes manières, telles que, par exemple, au moyen de deux bras robotisés à six degrés de liberté, trois degrés de liberté en rotation et trois degrés de liberté en

translation, l'un des bras portant, au niveau de son extrémité, l'outil d'usinage, tandis que l'autre bras porte l'élément de maintien.

Il pourrait également être envisagé d'assurer le déplacement de l'outil et de l'élément de maintien au moyen de structures robotisées, dites parallèles.

5 Selon une forme préférée de réalisation, permettant une plus grande simplicité d'automatisation et de commande, les moyens de déplacement de l'outil et de l'élément de maintien comprennent chacun trois degrés de déplacement en translation d'axes X , Y , Z , respectivement X' , Y' , Z' et deux degrés de déplacement en rotation d'axes respectifs R_1 , R_2 et R'_1 , R'_2 , où R_1 et R'_1 sont parallèles aux axes
10 Y , Y' respectivement, et R_2 , R'_2 sont parallèles aux plans définis par les axes X , Z et X' , Z' .

Dans une forme préférée de réalisation du dispositif d'usinage selon l'invention les moyens de déplacement de l'outil comprennent alors :

- 15 – une poutre mobile en translation le long d'au moins une voie de guidage d'axe X supportée par un châssis et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- un chariot mobile en translation le long d'une voie de guidage d'axe Z , portée par la poutre et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Z étant sensiblement perpendiculaire à
20 l'axe X ,
- un bras télescopique en translation, d'axe Y porté par le chariot et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Y étant sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes X , Z ,
- un support de tête adapté à une extrémité du bras télescopique et
25 mobile en rotation par rapport au bras d'axe R_1 parallèle à l'axe Y et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- une tête porte outil, adaptée sur le support de tête, mobile en rotation par rapport au support d'axe R_2 perpendiculaire à l'axe Y et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande.

30 Les moyens de déplacement de l'élément de maintien comprennent, pour leur part :

- une poutre mobile en translation le long d'au moins une voie de guidage d'axe X' supportée par un châssis et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- 5 – un chariot mobile en translation le long d'une voie de guidage d'axe Z' , portée par la poutre et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Z' étant sensiblement perpendiculaire à l'axe X' ,
- 10 – un bras télescopique en translation, d'axe Y' porté par le chariot et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Y' étant sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes X' , Z' ,
- un support de tête adapté à une extrémité du bras télescopique et mobile en rotation par rapport au bras d'axe R'_1 parallèle à l'axe Y' et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- 15 – une tête porte élément de maintien, adaptée sur le support de tête, mobile en rotation par rapport au support d'axe R'_2 perpendiculaire à l'axe Y' et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande.

Les moyens de support sont alors adaptés sur le châssis, de manière à être
 20 interposés, entre les moyens de déplacement de l'outil et les moyens de déplacement de l'élément de maintien.

Selon une autre caractéristique de l'invention, et afin d'apporter une solution aux éventuels problèmes d'asservissement :

- 25 ■ le support de la tête porte outil est, d'une part, adapté sur un berceau équipant l'extrémité du bras télescopique et étant mobile en rotation autour de l'axe R_1 et, d'autre part, mobile par rapport au berceau en rotation autour d'un axe R_3 perpendiculaire à l'axe R_1 ,
- 30 ■ le support de la tête porte outil est, d'une part, adapté sur un berceau équipant l'extrémité du bras télescopique et étant mobile en rotation autour de l'axe R'_1 et, d'autre part, mobile par rapport au berceau en rotation autour d'un axe R'_3 perpendiculaire à l'axe R'_1 .

De manière préférée, les axes X , Z et X' , Z' définissent des plans verticaux sensiblement parallèles, de sorte que le panneau possède une orientation sensiblement verticale au cours de son usinage.

5 Selon l'invention, la tête porte outil peut être adaptée afin de recevoir différents types d'outils, tels que, par exemple, des outils de projection de particules ou, encore, des outils d'enlèvement ou d'arrachement de matières. Ainsi, dans une forme préférée, la tête porte outil comprend des moyens d'entraînement en rotation de l'outil autour d'un axe Δ sensiblement perpendiculaire à l'axe R_2 .

10 Selon une autre caractéristique de l'invention, afin d'éviter un phénomène d'attraction, dit encore d'avalement, du panneau par l'outil d'usinage, les moyens de déplacement comprennent au moins un élément de contre appui sur la face de travail du panneau.

15 Selon encore une autre caractéristique de l'invention, afin d'assurer une grande précision d'usinage, le dispositif comprend, en outre, des moyens d'amortissement des vibrations d'usinage.

De manière préférée, afin d'assurer une absorption au plus proche de leurs points de production des vibrations d'usinage, les moyens d'amortissement sont adaptés sur les moyens de déplacement de l'élément de maintien. De tels moyens d'amortissement peuvent alors, par exemple, être constitués par systèmes
20 d'amortisseurs hydrauliques ou hydropneumatiques, supportant, par exemple, la tête des moyens de déplacement de l'élément de maintien.

Selon l'invention, l'élément de maintien peut être réalisé de différentes façons. Ainsi, l'élément de maintien peut, par exemple, être constitué par une buse de projection d'un fluide sous pression ou, encore, sous la forme d'un patin, en matériau
25 présentant un faible coefficient de friction, destiné à venir en appui sur la face de maintien du panneau et à glisser sur cette dernière lors du déplacement coordonné. De manière préférée, l'élément de maintien agira de façon ponctuelle ou quasi ponctuelle sur la face de maintien, cette action étant alors, de préférence, sensiblement perpendiculaire à la face de maintien en son point d'application.

30 Selon une caractéristique préférée de réalisation, l'élément de maintien comprend au moins une sphère d'appui destinée à rouler sur la face de maintien du panneau pendant l'usinage. Dans une forme particulièrement avantageuse de

réalisation, la sphère d'appui est constituée en matériau élastiquement déformable, de manière à amortir les vibrations d'usinage.

Selon l'invention, les moyens de support du panneau peuvent être réalisés de toute façon appropriée.

5 Dans une forme préférée de réalisation, les moyens de support du panneau sont amovibles, de manière à permettre, par exemple, un fonctionnement en temps masqué du dispositif d'usinage. En effet, pendant la mise en place d'un panneau sur les moyens de support, le dispositif peut, par exemple, usiner un autre panneau supporté par d'autres moyens de support et ainsi de façon alternée.

10 Selon une forme préférée de réalisation, les moyens de support comprennent un cadre amovible, équipé de moyens de fixation d'un panneau à usiner.

Ainsi, il est possible de prévoir un certain nombre de cadres amovibles permettant une utilisation optimale du dispositif. De la même manière, il est possible de prévoir différents types de cadres en fonction des différentes formes de panneaux
15 susceptibles d'être usinés sur le dispositif selon l'invention.

Dans une forme préférée de réalisation, le cadre amovible comprend au moins une traverse mobile permettant un ajustement des dimensions du cadre aux dimensions du panneau à usiner.

Diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description ci-
20 dessous effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes préférées, mais non limitatives, de réalisation d'un dispositif d'usinage pour la mise en œuvre du procédé conforme à l'invention.

La **fig. 1** est une perspective générale schématique d'une forme préférée de réalisation d'un dispositif d'usinage selon l'invention.

25 La **fig. 2** est une coupe schématique selon le plan **II-II** de la **fig. 1**.

La **fig. 3** est une élévation montrant une configuration préférée de placement d'un outil d'usinage et d'un élément de maintien pendant l'usinage d'un panneau conformément au procédé selon l'invention.

30 La **fig. 4** est une perspective, à plus grande échelle, d'une forme préférée mais non exclusive, de réalisation de moyens de support d'un panneau à usiner selon l'invention.

La **fig. 5** est une vue, analogue à la **fig. 3**, montrant une variante de réalisation du dispositif d'usinage selon l'invention.

La **fig. 6** est une élévation, en vue de côté, d'une autre forme de réalisation du dispositif d'usinage selon l'invention.

La **fig. 7** est une vue, analogue à la **fig. 5**, montrant une autre variante de réalisation du dispositif d'usinage.

5 Un dispositif d'usinage selon l'invention, tel qu'illustré à la **fig. 1** et désigné dans son ensemble par la référence **1**, permet l'usinage d'un panneau **2** susceptible de présenter une forme générale complexe, non développable, telle que, par exemple, convexe ou concave ou, encore, localement convexe et localement concave.

Afin de permettre cet usinage, le dispositif **1** comprend un châssis **3** qui, selon
10 l'exemple illustré, est réalisé sous la forme d'une sorte de portique sensiblement vertical, définissant une fenêtre **4** à l'intérieur de laquelle le panneau à usiner vient se placer, en étant maintenu par des moyens de support **5**. Selon l'exemple illustré, les moyens de support **5** sont réalisés sous la forme d'un cadre amovible susceptible d'être immobilisé, au niveau de la fenêtre **4**, sur le châssis **3** par l'intermédiaire de
15 moyens de verrouillage **6** pouvant être réalisés de toute façon appropriée.

Conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, le dispositif d'usinage **1** comprend, en outre, des moyens de déplacement **10** d'au moins un outil et, selon l'exemple illustré, exactement un outil d'usinage **11**, ainsi que des moyens de déplacement **12** d'au moins un et, selon l'exemple illustré, exactement un élément
20 de maintien **13**. Les moyens de déplacement **10** et **11** sont, comme le montre plus particulièrement la **fig. 2**, adaptés de part et d'autre du châssis **3**, de manière que le panneau **2** se trouve interposé entre l'outil d'usinage **11** et l'élément de maintien **13**.

Selon l'exemple illustré, les moyens de déplacement **10** de l'outil comprennent une poutre **20**, mobile en translation le long d'au moins une et, selon l'exemple, deux
25 voies de guidage **21** d'axe **X** supportées par le châssis **3**. L'axe **X** des voies de guidage **21** présente alors une orientation sensiblement horizontale.

De manière connue en soi de l'homme du métier, spécialiste dans la conception et la fabrication de machines-outils, la poutre **20** se trouve associée à des moyens moteurs, non représentés, et pilotés par une unité de commande **22**, dont les
30 différentes fonctionnalités seront précisées par la suite, étant entendu que l'unité de commande **22** est adaptée pour permettre un fonctionnement automatisé du dispositif d'usinage **1**.

Les moyens de déplacement **10** de l'outil **11** comprennent, en outre, un chariot **23**, mobile en translation le long d'une voie de guidage **24** d'axe **Z**, portée par la poutre **20**. Selon l'exemple illustré, l'axe **Z** présente une orientation sensiblement verticale et se trouve perpendiculaire à l'axe **X**, de sorte que les axes **X** et **Z** définissent un plan également vertical. Le chariot **23** se trouve également associé à des moyens moteurs, non représentés, assurant son déplacement le long de la voie **24** et étant pilotés par l'unité de commande **22**.

Les moyens de déplacement **10** comprennent, aussi, un bras **25**, télescopique en translation d'axe **Y** qui est porté par le chariot **23**. Selon l'exemple illustré, l'axe de translation **Y** est sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes **X** et **Z** de translations croisées du chariot **23**. Le bras télescopique est, en outre, associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande **22**.

Selon l'exemple illustré, le bras télescopique **25** est équipé, au niveau de son extrémité orientée vers le châssis **3**, d'un support de tête **26**, mobile en rotation par rapport au bras **25** selon un axe de rotation R_1 parallèle à l'axe **Y** et, selon l'exemple, confondu avec cet axe **Y**. Comme les autres organes mobiles **20**, **23**, **25** constitutifs des moyens de déplacement **10**, le support de tête **26** est associé à des moyens moteurs non représentés et pilotés par l'unité de commande **22**.

Enfin, les moyens de déplacement **10** comprennent une tête porte-outil **27**, adaptée sur le support de tête **26**, de manière à être mobile en rotation par rapport au support **26** selon un axe de rotation R_2 , sensiblement perpendiculaire à l'axe R_1 . Bien entendu, le mouvement de rotation de la tête **27** autour de l'axe R_2 se trouve associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande **22**.

La configuration, telle que décrite précédemment, confère donc à l'outil **11**, solidaire de la tête porte outil **27**, cinq degrés de liberté, à savoir trois degrés de liberté en translation d'axes **X**, **Y**, **Z** et deux degrés de liberté en rotation d'axes R_1 et R_2 .

Enfin, selon l'exemple illustré, la tête porte outils **27** est équipée de moyens moteurs, non représentés, permettant d'entraîner l'outil **11** en rotation d'usinage selon un axe Δ qui, selon l'exemple illustré à la **fig. 2**, est sensiblement confondu avec l'axe **Y**, dans la mesure où cette figure correspond à une position de repos ou d'attente. Bien entendu, compte tenu des différents degrés de liberté de la tête **27**, l'axe Δ peut présenter différentes orientations en restant sensiblement

perpendiculaire à l'axe R_2 . Les moyens moteurs d'entraînement en rotation de l'outil **11**, équipant la tête **27** sont également pilotés par l'unité de commande **22**.

Selon l'invention, l'outil d'usinage **11** peut être réalisé de différentes façons et, selon l'exemple illustré, comme cela ressort plus particulièrement de la **fig. 3**, l'outil **11** est réalisé sous la forme d'une fraise, entraînée en rotation d'axe Δ , par les moyens moteurs, équipant la tête porte outil **27**.

Les moyens de déplacement **12** de l'élément de maintien **13** présentent une structure sensiblement analogue à celle des moyens de déplacement **10** de l'outil **11**. Ainsi les moyens de déplacement **12** de l'outil de maintien **13** comprennent :

- 10 – une poutre **30**, qui est mobile en translation le long d'au moins une et, selon l'exemple, de deux voies de guidage **31** d'axe X supportées par le châssis **3** et qui est associée à des moyens moteurs pilotés, non représentés, par l'unité de commande, l'axe X' étant horizontal,
- 15 – un chariot **33** qui est mobile en translation le long d'une voie de guidage **34** d'axe Z' portée par la poutre **30** et qui est associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande **2**, l'axe Z' étant sensiblement perpendiculaire à l'axe X' ,
- 20 – un bras **35** télescopique en translation, d'axe Y' porté par le chariot **33** et associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande **22**, l'axe Y' étant sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes X', Z' ,
- 25 – un support de tête **36** adapté à une extrémité du bras télescopique **35**, mobile en rotation par rapport au bras **35** selon un axe R_1 parallèle à l'axe Y et associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande (**22**),
- et une tête porte élément de maintien **37**, adaptée sur le support de tête **36**, mobile en rotation par rapport au support **36** selon un axe R_2 perpendiculaire à l'axe R'_1 et associé à des moyens moteurs, non représentés, pilotés par l'unité de commande (**22**).

30 Conformément à l'invention, l'élément de maintien **13** peut être réalisé de toute façon appropriée et, selon l'exemple illustré, l'élément de maintien **13** présente, au niveau d'une extrémité **40** opposée à la tête de support **37**, une sphère **41** destinée à

définir un appui sensiblement ponctuel sur le panneau **2**, comme cela apparaîtra par la suite. De manière préférée, la sphère **41** est réalisée dans un matériau élastiquement déformable, tel que, par exemple, une matière synthétique polymère ou une matière plastique. La capacité de déformation élastique de la sphère est alors mise à profit pour amortir les vibrations d'usinage. Bien entendu, la sphère pourrait également être réalisée en d'autres matériaux, tels que, par exemple, un métal comme de l'acier ou d'autres alliages métalliques adaptés. Selon l'exemple illustré, la sphère **41** se trouve sensiblement disposée à l'extrémité d'un corps **42** de forme tronconique d'axe Δ' , sensiblement perpendiculaire à l'axe R'_2 de rotation de la tête de support **37**. La sphère **41** est alors adaptée dans le corps **42**, de manière à pouvoir rouler sur le panneau **2**, comme cela ressortira de la suite. Par ailleurs, de manière préférée, l'élément de maintien **13** est adapté de manière amovible sur la tête support **37**, de façon à pouvoir être changé rapidement ou, encore, remplacé par un outil. A cet effet, de manière préférée, la tête **37** est, comme la tête support **27**, équipée de moyens d'entraînement en rotation d'un outil autour de l'axe Δ' , ces moyens d'entraînement étant pilotés par les moyens de commande **22**.

Le dispositif d'usinage ainsi constitué est alors mis en œuvre de la façon suivante. Tout d'abord, un panneau **2** est mis en place au niveau de la fenêtre **4**. A cet effet, selon l'exemple illustré, le châssis **3** présente une fenêtre latérale **50** par laquelle les moyens de support, constitués par le cadre mobile **5**, sont engagés pour venir placer le plateau **2** entre l'outil **11** et l'élément de maintien **13**, comme illustré à la **fig. 2**. Dans cet état, le cadre **5** est alors verrouillé sur le châssis **3**, de manière à ce que le panneau **2** soit parfaitement immobile par rapport au châssis **3**.

Une fois cet assujettissement réalisé et conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, l'unité de commande **22** pilote le fonctionnement des moyens **10** de déplacement de l'outil **11** et des moyens de déplacement **12** de l'élément de maintien **13**, de manière à venir placer l'outil **11** en fonctionnement au contact d'une face 2_T , dite d'usinage, du panneau **2** au niveau d'une zone **50**, dite de travail, comme cela est illustré à la **fig. 3**. De manière sensiblement analogue, l'unité de commande **22** pilote le fonctionnement des moyens de déplacement **12**, de manière à venir placer l'élément de maintien **13** et, plus particulièrement, la sphère **41**, en appui sur une face 2_M , dite de maintien du panneau **2**, au niveau d'une zone de maintien **52**, située sur la face de maintien 2_M à l'opposé de la face d'usinage 2_T , la

zone de maintien **52** étant située à l'opposé, par rapport au panneau **2**, de la zone de travail **50**.

Une fois ces placements réalisés, l'unité **22** commande un déplacement coordonné de l'outil d'usinage **11** en fonctionnement et de l'élément de maintien **13**
5 en appui sur le panneau **2**, de manière à usiner, en partie au moins, la face d'usinage 2_T du panneau **2**.

Conformément à une caractéristique essentielle de l'invention, l'unité de commande assure le déplacement coordonné de l'outil **11** et de l'élément de maintien **13**, de manière à conserver, au cours de ce déplacement conjoint, l'opposition des
10 zones d'appui **52** et de travail **50**. Pendant ce déplacement, la sphère **41** roule alors sur la face de maintien 2_M du panneau **2**. C'est-à-dire que le déplacement de l'outil **11** et de l'élément de maintien **13**, par rapport au panneau, possède une décomposition, selon le plan tangent et le plan normal à la surface du panneau au niveau de la zone d'usinage, dont la composante tangentielle au moins est non nulle.
15 Le mouvement coordonné possède donc au moins une composante tangente à la surface du panneau et, dans certaines phases de l'usinage au moins, également une composante normale à la surface du panneau, comme cela est le cas pour l'outils lors de l'ajustement de la profondeur de passe notamment.

De manière préférée, l'unité **22** commande ces déplacements de manière à
20 conserver, pendant toute la phase d'usinage du panneau **2**, d'une part, la perpendicularité de l'axe Δ' d'appui de l'élément de maintien **13** avec la surface de la zone d'appui **52** et, d'autre part, la conjugaison de l'axe Δ' et de l'axe Δ de rotation de l'outil **11**, de sorte que, au cours de toute la phase d'usinage et de déplacement coordonné, les axes Δ et Δ' sont confondus.

Ainsi, il est possible, par l'association des éléments de maintien et de l'outil
25 d'usinage **11**, d'assurer un usinage de grande précision du panneau **2**, sans déformation de ce panneau. L'association de l'élément de maintien **13** et de l'outil d'usinage **11**, avec les capacités de précision des moyens de commande numérique équipant l'unité de commande **22**, permet alors de réaliser des usinages présentant
30 des profondeurs de passe ou d'usinage différentes en différents points du panneau **2**, en fonction des résistances recherchées pour ce dernier. Cette grande précision est

rendue possible par, notamment, l'équilibre des forces d'usinage et de maintien exercées par l'outil 11 et l'élément de maintien 13 de part et d'autre du panneau 2.

Dans une forme préférée mais non strictement nécessaire, il peut être, en vue d'obtenir une parfaite précision, envisagé de mettre en œuvre des moyens 55 de
5 télémétrie, par exemple des moyens de télémétrie laser permettant d'effectuer une cartographie particulièrement précise de la face de maintien 2_M du panneau 2 avant usinage de ce dernier. Cette télémétrie permet ainsi d'obtenir un parfait référentiel qui permettra de connaître très précisément l'épaisseur du panneau 2 en tous points de ce dernier après usinage. En effet, l'épaisseur résiduelle sera alors déterminée par
10 la distance entre l'extrémité de l'outil 11 et l'élément de maintien 13 et, plus particulièrement, la sphère 41 au cours de l'usinage, cette distance correspondant alors à l'épaisseur résiduelle du panneau 2 après usinage.

Conformément à une autre caractéristique de l'invention, il peut également être envisagé de mettre en œuvre des moyens de télémétrie 56 permettant de mesurer,
15 avec précision, les coordonnées de la face de travail 2_T du panneau. Ainsi, la mise en œuvre combinée des moyens de télémétrie 55 et 56 permet d'avoir une parfaite connaissance de la géométrie du panneau 2 avant et après usinage.

Une fois l'usinage du panneau 2 réalisé, le cadre 5 est déverrouillé pour être retiré et permettre la mise en œuvre d'un autre cadre.

20 L'invention ainsi constituée permet donc un travail en temps masqué et il est possible, par la mise en œuvre de différents cadres, d'assurer un usinage de différents types de panneaux 2.

Il est à noter que, selon l'exemple illustré, le cadre 5 est pourvu d'une traverse 57, mobile en translation et permettant d'ajuster les dimensions utiles du cadre 5, de
25 manière à permettre une prise en charge avec un seul type de cadre de panneau présentant différentes dimensions.

Selon l'invention, il est également possible de mettre, au niveau de la zone de travail 50, au moins un élément de contre appui 58, tel qu'illustré à la fig. 5. Selon cet exemple, l'élément de contre appui 58 comprend trois doigts 59, télescopiques
30 isostatiques en contact permanent avec la face de travail 2_T du panneau 2. Les doigts 59 sont, de préférence, disposés selon un triangle, bien que toute autre configuration puisse être envisagée.

Les doigts **59**, constitutifs de l'élément de contre appui, permettent d'éviter tout phénomène d'avalement du panneau par l'outil **11** et peuvent assurer également un amortissement de vibrations d'usinage.

Par ailleurs, selon une autre variante de réalisation de l'invention, il est mis en œuvre, au niveau de la tête porte-outil **27**, des moyens de déplacement en translation de l'outil selon la direction Δ perpendiculaire à l'axe de rotation R_2 . De même, il est également mis en œuvre, au niveau de la tête porte-élément, de maintien **37**, des moyens de déplacement en translation de l'élément de maintien selon la direction Δ' perpendiculaire à l'axe de rotation R'_2 . Bien entendu, ces moyens de déplacement en translation sont associés à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande.

Une telle configuration est particulièrement adaptée pour assurer un usinage de la coque, de manière à la rendre parfaitement conforme au modèle théorique recherché.

Dans ce cas, l'unité de commande assurera le pilotage de l'installation sur la base du fichier de définition tridimensionnel théorique de la coque à réaliser et pilotera alors le fonctionnement des différents organes du dispositif d'usinage à cet effet.

Bien entendu, le dispositif d'usinage selon l'invention peut, également, être piloté dans le cadre d'un mode d'usinage, qui pourrait être qualifié de correctif, dans la mesure où, après une phase de télémétrie permettant de détecter la forme réelle de la coque, l'unité de commande pilotera le fonctionnement du dispositif pour atteindre la forme recherchée à partir de la forme réelle.

De tels usinages en trois dimensions d'une coque sont particulièrement favorisés par la cinématique des extrémités des bras **25** et **26** et des supports d'outils **26** et d'élément de maintien, tel qu'illustré à la **fig. 3**.

Cependant, dans certaines combinaisons de mouvement, l'unité de commande éprouve des difficultés à calculer les rotations selon les axes R_1 , R_2 et R'_1 , R'_2 pour atteindre les zones d'usinage et d'appui.

Afin d'apporter une solution à ces difficultés de calcul et de pilotage associé, l'invention propose, dans une forme de réalisation, telle que plus particulièrement illustrée à la **fig. 6**, de supprimer les mouvements de rotation autour des axes R_1 et R'_1 des supports de tête **26** et **36**. Selon cette variante, les mouvements de rotation selon R_1 et R'_1 sont remplacés par une rotation des supports de tête **26**, **36** autour

d'axes, respectivement R_3 et R'_3 , sensiblement verticaux ou contenus dans un plan vertical. Dans cette configuration, les axes de rotation R_2 et R'_2 sont placés de manière à être perpendiculaires, respectivement, aux axes R_3 et R'_3 . Bien entendu, le dispositif d'usinage comprend les moyens moteurs pilotés par l'unité de commande
5 et associés en rotation autour des axes R_3 et R'_3 .

La **fig. 7** illustre une variante de réalisation du dispositif d'usinage, tel qu'illustré à la **fig. 6**. Selon cette variante de réalisation, les mouvements de rotation selon les axes R_1 et R'_1 sont combinés aux mouvements de rotation selon les axes R_2 , R_3 et R'_2 , R'_3 .

10 A cet effet, l'extrémité du bras **25** comprend un berceau **60**, mobile en rotation autour de l'axe horizontal R_1 parallèle à l'axe **Y**. Le support de tête **26** est alors adapté sur le berceau **60** en étant mobile par rapport à ce dernier en rotation autour de l'axe R_3 perpendiculaire à l'axe R_1 , tandis que la tête porte-outil **27** est mobile en rotation par rapport au support **26** selon l'axe R_2 perpendiculaire, à la fois, à l'axe R_1
15 et à l'axe R_3 . L'ensemble comprenant l'extrémité du bras **35** sur laquelle est adapté le berceau **60**, le support de tête **26**, et la tête porte-outil **27** forme ce qui pourrait être appelé un équipage de tête.

De la même manière, l'extrémité du bras **35** comprend un berceau **61**, mobile en rotation autour de l'axe horizontal R'_1 .

20 Le support de tête **36** est adapté sur le berceau **61** en étant mobile par rapport audit berceau en rotation autour de l'axe R'_3 perpendiculaire à l'axe R'_1 . Enfin, la tête porte-élément de maintien **37** est mobile en rotation par rapport au support **37** selon l'axe R'_2 perpendiculaire aux axes de rotation R'_1 et R'_3 .

Dans cette configuration, il existe une redondance entre les axes R_1 , R_2 , R_3 ,
25 d'une part, et les axes R'_1 , R'_2 , R'_3 , d'autre part. L'unité de commande **22** assure alors le pilotage du dispositif d'usinage en donnant une priorité aux combinaisons de mouvement selon R_2 , R_3 et, respectivement, R'_2 , R'_3 par rapport aux rotations selon R_1 , respectivement R'_1 .

Bien entendu, il est également possible de prévoir, pour les formes de
30 réalisation selon les **fig. 6** et **7**, des mouvements de translation de l'outil selon l'axe Δ et de l'élément de maintien selon l'axe Δ' .

REVENDEICATIONS

1 - Procédé d'usinage d'un panneau mettant en oeuvre:

- un placement d'au moins un outil d'usinage au niveau d'une zone de travail une face, dite d'usinage, du panneau,
- un placement d'au moins un élément de maintien au niveau d'une zone d'appui située, d'une part, sur une face, dite de maintien, du panneau opposée à la face d'usinage et, d'autre part, à l'opposé par rapport au panneau de la zone de travail, l'élément de maintien étant adapté pour agir sur la zone d'appui,
- un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien agissant sur la zone d'appui, de manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui et de travail pour usiner une partie au moins de la face d'usinage.

2 - Procédé d'usinage selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'élément de maintien est adapté pour agir sur la zone d'appui en étant placé au contact du panneau pendant le déplacement coordonné.

3 - Procédé d'usinage selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que l'élément de maintien exerce, sur le panneau, une force d'appui de direction Δ' perpendiculaire à la surface de la zone d'appui.

4 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre une application d'au moins un élément de contre appui au niveau de la zone de travail.

5 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que l'outil d'usinage est adapté pour réaliser un usinage par arrachement ou enlèvement de matière et se trouve animé d'un mouvement de rotation sur lui-même d'axe Δ .

6 - Procédé d'usinage selon la revendication 5, caractérisé en ce que l'élément de maintien exerce, sur la zone d'appui, une force de direction Δ' et en ce que, en cours d'usinage,

pendant le déplacement coordonné de l'outil d'usinage et de l'élément de maintien, les axes Δ et Δ' sont sensiblement confondus.

7 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre un amortissement vibrations d'usinage au moins au niveau de l'élément de maintien.

8 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que l'élément de maintien et l'outil d'usinage sont chacun déplacés selon au moins cinq degrés de liberté.

9 - Procédé d'usinage selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'élément de maintien et l'outil d'usinage sont chacun déplacés selon trois degrés de liberté de déplacement en translation d'axes X , Y , Z , respectivement X' , Y' , Z' et deux degrés de déplacement en rotation d'axes R_1 , R_2 , respectivement R'_1 , R'_2 , où R_1 , R'_1 sont parallèles aux axes Y , Y' respectivement et R_2 , R'_2 sont parallèles aux plans X , Z respectivement X' , Z' .

10 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le panneau à usiner est placé selon une orientation sensiblement verticale.

11 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le panneau est sensiblement immobile pendant son usinage.

12 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisé en ce qu'il met en oeuvre une détermination de la géométrie réelle de la face de maintien avant usinage, ainsi qu'un usinage du panneau à une épaisseur d'usinage prédéterminée en plaçant, pendant le déplacement coordonné d'usinage, l'élément de maintien et l'outil d'usinage à une distance correspondant à l'épaisseur prédéterminée.

13 - Procédé d'usinage selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que l'élément de maintien assure un maintien de la face de maintien du panneau sans usinage de cette face de maintien.

14 - Dispositif pour l'usinage d'au moins un panneau comprenant:

- des moyens de support du panneau, adaptés pour autoriser un accès simultané à deux faces opposées du panneau, dites d'usinage et de maintien ,
- des moyens de déplacement d'au moins un outil d'usinage,
- des moyens de déplacement d'au moins un élément de maintien adapté pour agir sur la face de maintien en déplacement,
- une unité de commande des moyens de déplacement de l'outil d'usinage et de l'élément de maintien, unité qui est adaptée pour, lors d'une phase d'usinage du panneau:
 - placer l'outil d'usinage au niveau d'une zone de travail de la face d'usinage du panneau,
 - placer l'élément de maintien au niveau d'une zone d'appui située sur la face de maintien et à l'opposé de la zone de travail,
 - et assurer un déplacement coordonné, au niveau du panneau et selon un mouvement présentant au moins une composante tangente à la surface du panneau, de l'outil d'usinage en fonctionnement et de l'élément de maintien agissant sur la zone d'appui, de manière à conserver, au cours du déplacement, l'opposition des zones d'appui et de travail pour usiner une partie au moins de la face d'usinage du panneau.

15 - Dispositif selon la revendication 14 caractérisé en ce que l'élément de maintien est adapté pour être placé au contact du panneau pendant le déplacement coordonné.

16 - Dispositif selon la revendication 14 ou 15, caractérisé en ce que les moyens de déplacement de l'outil et de l'élément de maintien présentent chacun au moins cinq axes de déplacement, de manière à conférer à l'outil et à l'élément de maintien au moins cinq degrés de liberté.

17 - Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que les moyens de déplacement de l'outil et de l'élément de maintien comprennent chacun trois degrés de déplacement en translation d'axe X, Y, Z, respectivement X', Y', Z' et deux degrés de déplacement en

rotation d'axes R_1 , R_2 et, respectivement R'_1 , R'_2 , où R_1 et R'_1 sont parallèles à l'axe Y , respectivement Y' et R_2 , R'_2 sont parallèles aux plans définis par les axes X , Z , respectivement X' , Z' .

18 - Dispositif selon la revendication 16 ou 17, caractérisé en ce que:

- les moyens de déplacement de l'outil comprennent:
 - une poutre mobile en translation le long d'au moins une voie de guidage d'axe X supportée par un châssis et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
 - un chariot mobile en translation le long d'une voie de guidage d'axe Z , portée par la poutre et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Z étant sensiblement perpendiculaire à l'axe X ,
 - un bras télescopique en translation, d'axe Y porté par le chariot et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Y étant sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes X , Z ,
 - un support de tête adapté à une extrémité du bras télescopique et mobile en rotation par rapport au bras selon un axe R_1 parallèle à l'axe Y et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
 - une tête porte outil, adaptée sur le support de tête, mobile en rotation par rapport au support selon un axe R_2 perpendiculaire à l'axe Y et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- les moyens de déplacement de l'élément de maintien comprennent :
 - une poutre mobile en translation le long d'au moins une voie de guidage d'axe X' supportée par le châssis et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
 - un chariot mobile en translation le long d'une voie de guidage d'axe Z' , portée par la poutre et associée à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Z' étant sensiblement perpendiculaire à l'axe X' ,
 - un bras télescopique en translation, d'axe Y' porté par le chariot et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande, l'axe Y' étant sensiblement perpendiculaire au plan défini par les axes X' , Z' ,

- un support de tête adapté à une extrémité du bras télescopique et mobile en rotation par rapport au bras selon un axe R'_1 parallèle à l'axe Y' et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- une tête porte élément de maintien, adaptée sur le support de tête, mobile par rapport au support en rotation d'axe R'_2 perpendiculaire à l'axe Y' et associé à des moyens moteurs pilotés par l'unité de commande,
- et en ce que les moyens de support sont adaptés sur le châssis, de manière à être interposés, entre les moyens de déplacement de l'outil et les moyens de déplacement de l'élément de maintien.

19 - Dispositif selon la revendication 18, caractérisé en ce que :

- le support de la tête porte outil est, d'une part, adapté sur un berceau équipant l'extrémité du bras télescopique et étant mobile en rotation autour de l'axe R_1 et, d'autre part, mobile par rapport au berceau en rotation autour d'un axe R_3 perpendiculaire à l'axe R'_1 ,
- le support de la tête porte outil est, d'une part, adapté sur un berceau équipant l'extrémité du bras télescopique et étant mobile en rotation autour de l'axe R'_1 et, d'autre part, mobile par rapport au berceau en rotation autour d'un axe R'_3 perpendiculaire à l'axe R'_1 .

20 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 19, caractérisé en ce que les axes X , Z et X' , Z' définissent des plans verticaux sensiblement parallèles.

21 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 18 à 20, caractérisé en ce que la tête porte outil comprend des moyens d'entraînement en rotation de l'outil selon un axe Δ sensiblement r perpendiculaire à l'axe R_2 .

22 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 17 à 21, caractérisé en ce qu'il comprend:

- des moyens de déplacement en translation de l'outil selon une direction Δ perpendiculaire à l'axe de rotation,

- et des moyens de déplacement en translation de l'élément de maintien selon une direction Δ' perpendiculaire à l'axe de rotation.

23 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 22, caractérisé en ce que les moyens de déplacement de l'outil comprennent au moins un élément de contre appui (55) sur la face d'usinage du panneau.

24 – Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 23, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens d'amortissement des vibrations d'usinage.

25 - Dispositif selon la revendication 24, caractérisé en ce que les moyens d'amortissement sont adaptés sur les moyens de déplacement de l'élément de maintien.

26 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 25, caractérisé en ce que l'élément de maintien comprend au moins une sphère d'appui destinée à rouler sur la face de maintien du panneau pendant l'usinage.

27 - Dispositif selon la revendication 25, caractérisé en ce que la sphère d'appui est réalisée en matériau élastiquement déformable, de manière à amortir les vibrations d'usinage.

28 - Dispositif selon l'une quelconque des revendications 14 à 27, caractérisé en ce que les moyens de support du panneau sont amovibles et en ce qu'il comprend des moyens d'immobilisation des moyens support pendant l'usinage du panneau.

29 - Dispositif selon la revendication 28, caractérisé en ce que les moyens de support comprennent un cadre amovible, équipé de moyens de fixation d'un panneau à usiner.

30 - Dispositif selon la revendication 29, caractérisé en ce que le cadre comprend au moins une traverse mobile, permettant un ajustement des dimensions du cadre.

3/4

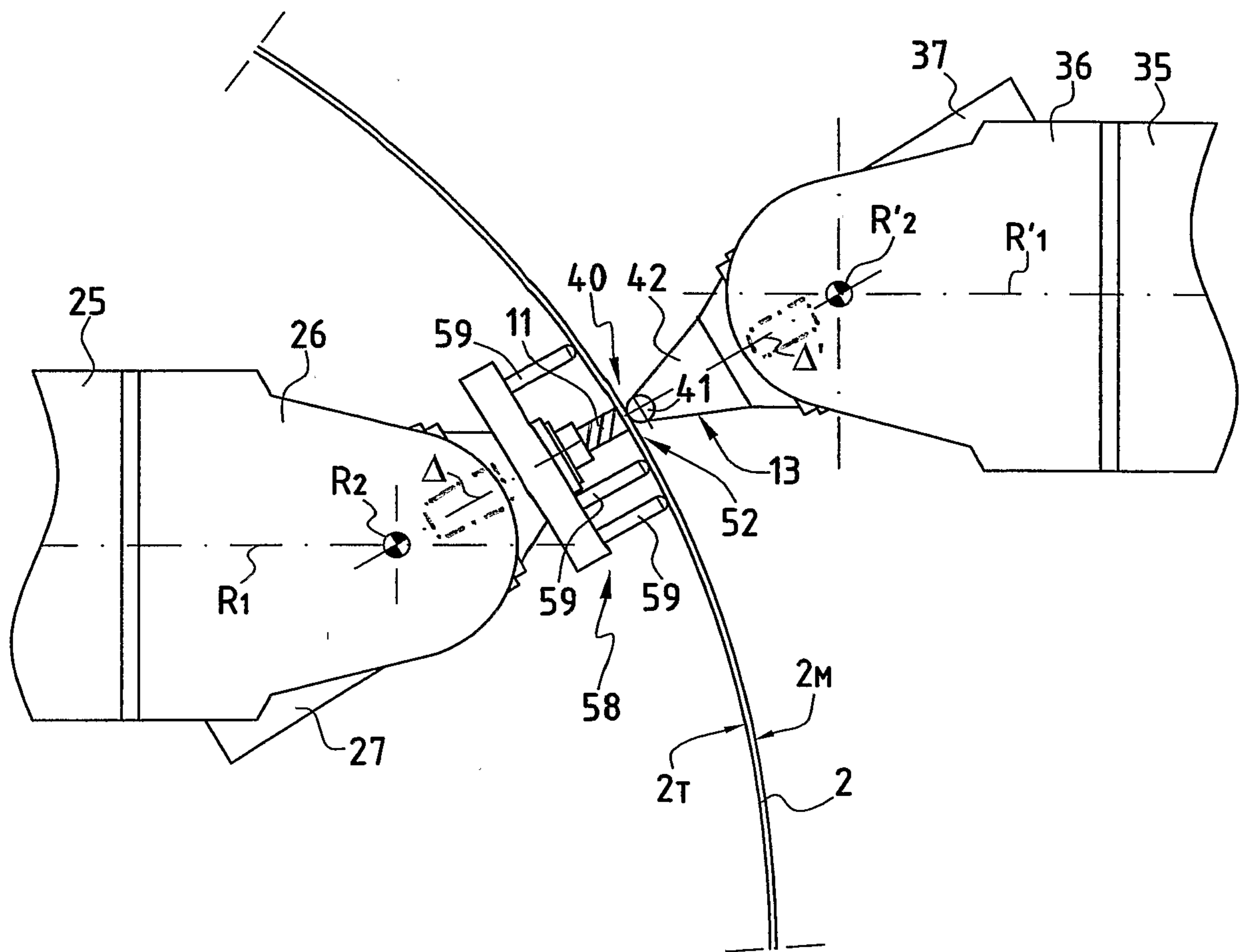


FIG.5

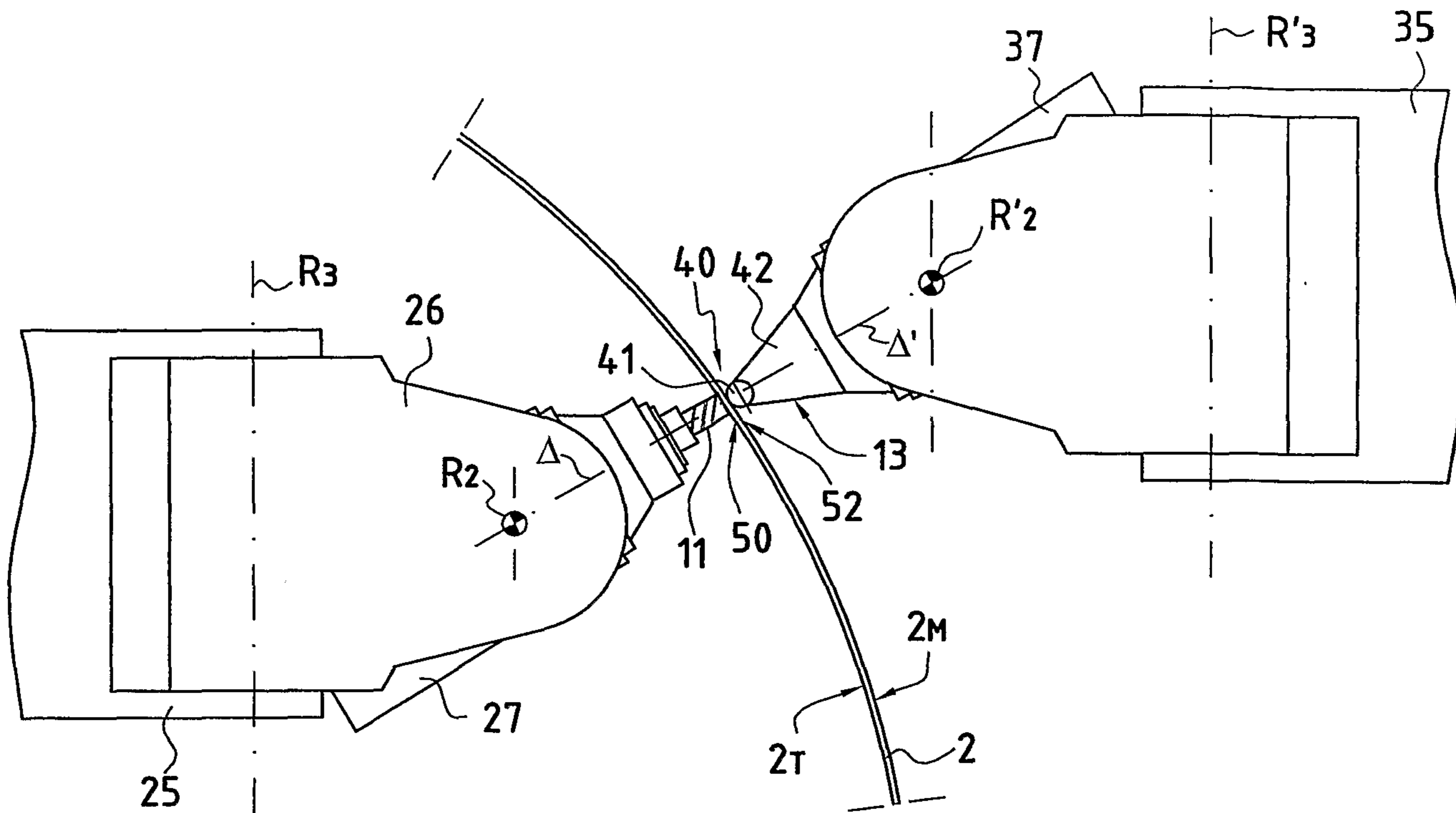


FIG. 6

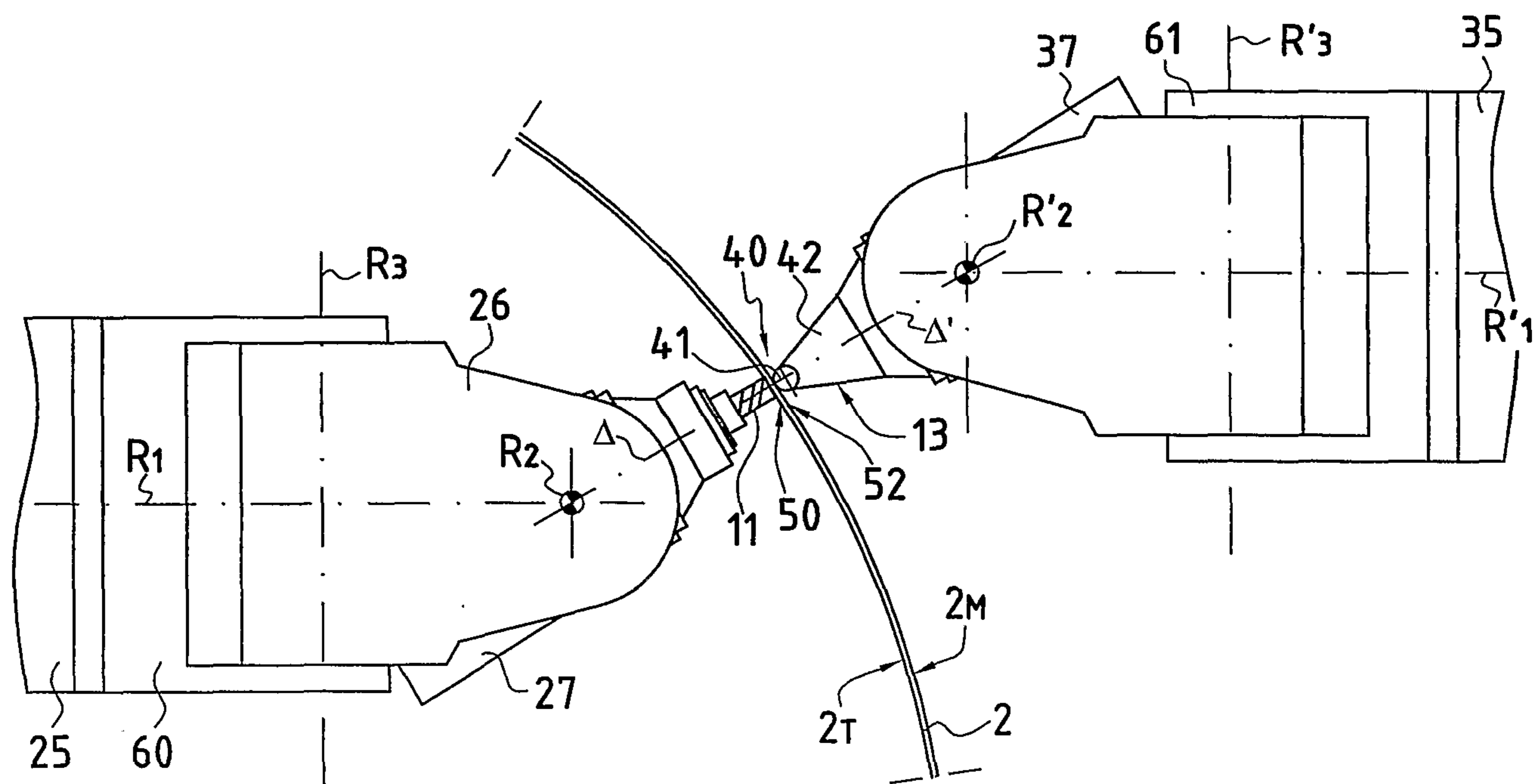


FIG. 7

